

# LACTANCIAS EXTENDIDAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA ARGENTINOS

*Tesis presentada para optar al título de Especialista en Producción Lechera en Sistemas Argentinos de la Universidad de Buenos Aires,  
Área Producción Animal*

**Cecilia Marchisio**

Ingeniera Agrónoma- Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires - 1999

Lugar de trabajo: Cátedra de Producción Lechera, FAUBA



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano  
Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

## **COMITÉ CONSEJERO**

Director de tesis

**José Luis Rossi**

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)  
Ph. D. Animal Science (Massey University, Nueva Zelandia)

Tutor de tesis

**Laura Elena Puhl**

Ingeniera Agrónoma (Universidad de Buenos Aires)  
Magister Science (Universidad de Buenos Aires)

## **JURADO DE TESIS**

Director de tesis

**José Luis Rossi**

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)  
Ph. D. Animal Science (Massey University, Nueva Zelandia)

JURADO

**Carlos Gonzales Crende**

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Buenos Aires)

JURADO

**Alejandra Acosta**

Ingeniera Agrónoma (Universidad de Buenos Aires)

Fecha de defensa de la tesis: 14 de septiembre de 2015

## **DECLARACIÓN**

*Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución.*

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN .....	4
ÍNDICE GENERAL .....	5
ÍNDICE DE CUADROS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ABREVIATURAS .....	8
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
OBJETIVO .....	16
HIPÓTESIS.....	17
METODOLOGÍA .....	18
RESULTADOS .....	20
DISCUSIÓN .....	29
CONCLUSIONES GENERALES .....	36
BIBLIOGRAFÍA CITADA .....	37
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	41
ANEXO .....	44

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Relación entre Productividad y Carga.....	21
<b>Gráfico 2:</b> Relación entre PD y Productividad.....	21
<b>Gráfico 3:</b> Relación entre el porcentaje de vacas en ordeño secadas antes de los 365 DEL y el número de servicios por preñez.....	22
<b>Gráfico 4:</b> Relación entre el porcentaje de vacas vacías con más de los 200 días en lactancia y el número de servicios por preñez.....	23
<b>Gráfico 5:</b> Relación entre los días en lactancia y el número de servicios por preñez.....	23
<b>Gráfico 6:</b> Box Plot de PT para cada tambo.....	24
<b>Gráfico 7:</b> Box Plot de PD para cada tambo.....	25
<b>Gráfico 8:</b> Box Plot de DEL para cada tambo.....	25
<b>Gráfico 9:</b> Regresión de PD y PT.....	26
<b>Gráfico 10:</b> Regresión de DEL y PT.....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Principales parámetros que caracterizan los once tambos en estudio.....	20
<b>Tabla 2:</b> Valores promedio por tambo y promedio total del porcentaje de vacas en ordeño secadas antes de los 305 y 365 días en lactancia, porcentaje de vacas vacías con más de 200 días en lactancia, porcentaje de vaquillonas en el rodeo de ordeño, servicios por preñez y días en lactancia.....	21
<b>Tabla 3:</b> Promedio de las principales variables analizadas por Gambuzzi et al. para todo el país y para la cuenca Santa Fe-Córdoba (no incluye la cuenca de Villa María) comparadas con el grupo de once tambos de la base de datos en estudio.....	29
<b>Tabla 4:</b> Principales parámetros que caracterizan al grupo de once tambos de la base de datos en estudio.....	30
<b>Tabla 5:</b> Alimentos utilizados para las vacas en ordeño en cada tambo.....	30
<b>Tabla 6:</b> Valores extremos y promedios de DEL de cada tambo expresados en días.....	33
<b>Tabla 7:</b> Valores extremos y promedios de PD de cada tambo expresados en litros por día.....	33
<b>Tabla 8:</b> Valores extremos y promedios de PT de cada tambo expresados en litros.....	33

## **ABREVIATURAS**

PT	Producción total
PD	Producción diaria
DEL	Días en lactancia
ANVA	Análisis de varianza
$R^2$	Coefficiente de determinación
VO	Vaca en Ordeño
VT	Vaca Total
Ha	Hectárea
Ha VT	Hectárea Vaca Total
MS	Materia seca
MB	Margen Bruto

## RESUMEN

En la Argentina los sistemas de producción de leche utilizan animales mejorados genéticamente para producir en condiciones de dietas muy suplementadas en planteos productivos de base pastoril con suplementación. En estos sistemas el objetivo es obtener un parto por vaca por año pero son muy pocos los tambos que llegan a cumplirlo porque se atrasa el momento de la concepción prolongando las lactancias. El objetivo del trabajo fue investigar los factores que influyen en la productividad de tambos ubicados en el centro de la provincia de Santa Fe y las razones que determinan la duración de las lactancias en estos tambos con el fin de analizar estrategias de manejo que consideren el uso de lactancias extendidas para lograr aumentos de productividad sostenibles. Adicionalmente se exploraron aquellos factores reproductivos asociados al largo de lactancia, como determinante de los litros totales producidos por vaca. Se analizó información de 1620 vacas de once tambos, recolectada en junio de 2008. Para cada tambo y para el conjunto de tambos se estimaron los valores promedio y desvío estándar del porcentaje de vacas secadas antes de los 365 días en lactancia (DEL), porcentaje de vacas vacías con más de 200 DEL y los servicios por vaca hasta confirmar preñez. En las vacas que cerraron su lactancia durante el periodo julio 2007 – junio 2008 ( $n = 892$ ) se estimó la producción de leche acumulada al fin de la lactancia (PT), la producción de leche diaria (PD) y el valor de DEL. Además se estimó la producción de leche por hectárea y la carga animal. Los datos se analizaron por regresión lineal. Para explorar la relación entre PT con PD y DEL se hizo un análisis de regresión múltiple. En los casos analizados el aumento en la duración de la lactancia sería consecuencia de un atraso en el logro de preñez con un impacto relativamente bajo sobre la productividad de los sistemas.

**Palabras clave:** largo de lactancia, sistemas de producción, eficiencia reproductiva



## **ABSTRACT**

In Argentina's milk production systems animals genetically improved for supplemented diets conditions are usually used in pasture based dairy systems with supplementation. In these systems the goal is to obtain a birth per cow per year but very few dairy farms coming to comply because the moment of conception is delayed extending the lactations.

The aim of this work is to investigate factors which influence the productivity of dairy farms and reasons which determine the duration of lactation in order to analyze management strategies that consider using extended lactations to achieve sustainable increases in productivity. Additionally those reproductive factors associated with longer lactations as a determinant of total liters produced per cow were explored. The information of 1620 dairy cows from eleven dairy farms in the center of Santa Fe province was collected in June 2008. The mean values and standard deviation of the percentage of cows dried before 365 days in milk (DEL), the percentage of empty cows over 200 DEL and services per cow to confirm pregnancy were analyzed for each dairy and for all of them as a group. In cows that completed a lactation during the period July 2007 - June 2008 (n = 892) was calculated the cumulative production at the end of lactation (PT), the daily milk production (PD) and the value of DEL. Besides, milk production per hectare and stocking rate were estimated. The data were analyzed by linear regression. To explore the relationship between PD and PT a multiple regression analysis was done. In the cases analyzed, the increased duration of lactation would result from a delay in achieving pregnancy with a relatively low impact on system productivity.

**Key words:** Length of lactation, dairy system, reproductive efficiency

## INTRODUCCIÓN

En Argentina existen aproximadamente 1,8 millones de vacas lecheras de las cuales el 95% corresponden a un biotipo local de la raza Holstein (Holando Argentino, WHFF 2008). Aproximadamente el 65% del total recibe servicios por inseminación artificial, 75% de los cuales utilizan semen de origen importado (CABIA, 2008) proveniente principalmente desde EEUU (70%; Dirección General de Aduanas, 2007), justificado por la superioridad genética en lo que a caracteres productivos se refiere (Musi, 2003). Puede considerarse que el aumento sostenido de la producción de leche entre 1997 y 2006 (lactancias cerradas 305 días), y los incrementos registrados de 6500 a 7500 litros en los últimos cuatro años del período indicado (Musi, 2008) reflejan la importancia que ha tenido el uso de semen de animales seleccionados para producir mayor volumen de leche con dietas concentradas (ACHA, 2010) sobre la productividad del rodeo nacional (Control Lechero Oficial, ACHA, 2008).

Una característica de los sistemas argentinos de producción es que tienen baja carga animal con niveles de suplementación que promedian el 50 – 60 % de la dieta del rodeo (Gambuzzi, et al., 2005; Comerón et al., 2007). El forraje que se produce por hectárea en la mayoría de los casos no es un dato conocido y la cantidad de alimento total ofrecida por vaca es incierta. La información disponible indica que la proporción utilizada del forraje producido es relativamente baja y que, si bien la proporción de suplemento en la dieta es importante, la producción por vaca está por debajo del potencial genético del rodeo (15,1 lt/vaca/día. Gambuzzi, et al., 2005; Chimicz, J. y Gambuzzi, E.L. 2007).

Para aprovechar el potencial genético de los animales del rodeo, los sistemas de producción argentinos han aumentado sustancialmente el nivel de suplementación en un proceso de intensificación que involucra cargas levemente superiores. Sin embargo, el uso de vacas con una alta proporción de genes seleccionados bajo dietas balanceadas para producir bajo pastoreo ha sido cuestionado en otras partes del mundo. Por ejemplo, Kolver et al. (2001) compararon la respuesta de vacas Holstein seleccionadas en EEUU y Europa con otro genotipo de la misma raza originado en Nueva Zelanda para producir bajo pastoreo. En este estudio se observó que la producción de leche del genotipo originado del hemisferio norte fue similar a la obtenida por el genotipo neocelandés cuando se manejaron bajo pastoreo, a pesar del mayor mérito genético para producir leche del Holstein proveniente de EEUU y Europa; además, este genotipo presentó mayor pérdida de condición corporal al inicio de la lactancia, alcanzó menor peso vivo al secado, y requirió más servicios por preñez alargando el intervalo parto – concepción que el genotipo neocelandés; y mejoraron significativamente cuando recibieron dietas balanceadas (Kolver et al., 2003). El aumento en producción observado en el Holstein seleccionado en EEUU y Europa fue superior a la mejora observada en el Holstein neocelandés, cuando se utilizaron niveles crecientes de concentrado (Kolver et al., 2007).

Resulta claro que la necesidad de aporte de suplementos ha ido aumentando al mejorar el mérito genético de los animales del rodeo (Holmes et al., 2003), sin embargo, parecería que el logro de altas producciones individuales en vacas genéticamente superiores está negativamente correlacionado con la eficiencia reproductiva y buena

salud del rodeo (Kolver et al., 2001; 2007; Borman et al., 2004; Auldist et al., 2007; Corbellini et al., 2009). Esto ocurre en particular cuando el ambiente o el manejo limitan la nutrición y la expresión del potencial genético de los animales del rodeo. Es interesante notar que vacas de menor mérito genético podrían cubrir completamente la demanda de nutrientes desde el forraje pastoreado en periodos donde la oferta forrajera de calidad es elevada. Por ejemplo, en los sistemas lecheros de Nueva Zelanda se sincroniza la demanda de nutrientes del rodeo (lactancia temprana e intermedia) con la oferta de forraje de las pasturas (período mediado de agosto – fin de diciembre) y la necesidad de aporte de suplementos durante este período es generalmente ocasional y dependiente de la carga utilizada. En este contexto, la estrategia de suplementación apunta a cubrir periodos de menor oferta de forraje de calidad como el producido durante los meses de verano, con un efecto positivo sobre la producción de leche al final de la lactancia y la condición corporal del rodeo. En este contexto la producción total por vaca está directamente relacionada con la posibilidad de extender la lactancia, dependiente de la oferta de alimento.

Uno de los efectos buscados al aumentar el nivel de alimentación del rodeo aún bajo pastoreo, es obtener efectos inmediatos sobre la producción de leche. En parte, dependiendo de las características del genotipo que se suplementa y de las condiciones de manejo, la respuesta animal diferirá según tres factores: momento de lactancia, tipo de suplemento utilizado y duración del período de suplementación (Bargo et al. 2002; Auldist et al., 2007; Kolver et al., 2002 y 2007). Las decisiones que se tomen en relación a estos factores estarán determinadas por el objetivo perseguido. Por ejemplo, durante períodos de baja disponibilidad forrajera se afectará la duración de las lactancias cuando el suplemento esté ausente (Macdonald et al., 2008; Baudracco et al., 2011; Fariña et al., 2011), sin embargo, su incorporación esta supeditada a su disponibilidad y costo, además, el mérito genético de los animales determina la respuesta productiva esperable. Cuando la cantidad de alimento disponible por vaca es baja la producción de leche por lactancia también lo es, producto de la combinación de baja producción en el pico de lactancia y pobre persistencia (Macdonald et al., 2008).

El efecto positivo de una mejora nutricional sobre la producción de leche dependerá de la capacidad genética de la vaca para transformar los nutrientes adicionales ingeridos (Macdonald et al, 2008), aunque el aumento de la ingesta de nutrientes esta limitada por la capacidad de consumo del animal y determinada por las características del alimento. Cuando este último factor limita el consumo total de alimento la respuesta inmediata del animal y del sistema para capturar el aporte adicional de nutrientes tiene un límite (Holmes et al., 2003). En este contexto, aunque puedan articularse estrategias que permitan lograr respuestas positivas en el sistema, estas serán difíciles de capturar y su respuesta no será inmediata (Holmes et al., 2003; Cosgrove & Edwards, 2007). El aporte de suplemento luego del parto suma nutrientes que impactan positivamente sobre la producción de leche en el pico de lactancia; además, en vacas de alto mérito genético el mantenimiento de niveles de suplementación consistentes durante el resto de la lactancia actúan sobre la persistencia de la curva de lactancia (Auldist et al., 2007; Kolver et al., 2007) y permiten extenderla.

Se ha comentado previamente que vacas de alto mérito genético seleccionadas para producir bajo dietas concentradas producen por debajo de su potencial genético cuando se manejan en sistemas pastoriles (Kolver et al., 2001; Macdonald et al., 2008). La información disponible indica que bajo pastoreo estos animales no alcanzan el nivel de producción de vacas de similar potencial alimentadas con dietas totalmente mezcladas

(Kolver & Muller, 1998; Kolver et al., 2001). A estos resultados se suman evidencias crecientes sobre la existencia de un efecto negativo sobre la función reproductiva de animales de alto mérito genético utilizados en sistemas pastoriles (Kolver et al., 2007). Este problema es particularmente importante en sistemas estacionales donde los animales que no quedan preñados oportunamente deben ser descartados. En este caso, si bien el ingreso estratégico de suplemento al sistema puede contribuir a la dilución de este problema (Baudracco *et al.*, 2011; Fariña *et al.*, 2011), su contribución principal está asociada al aumento significativo de la producción por vaca. Por el contrario, cuando los sistemas pastoriles están organizados en base a partos continuos, aquellas vacas del rodeo que paren en momentos en donde la oferta de forraje en cantidad y/o calidad es pobre serían más sensibles a la manifestación de condiciones desfavorables durante el primer tercio de la lactancia; en consecuencia las producciones individuales de estos animales estarían por debajo del valor esperado para vacas de alto mérito genético, con intervalos parto – concepción prolongados (Borman et al., 2004). Esta respuesta puede justificarse en la dificultad de sincronizar oferta y demanda de alimento en el tiempo, agravada por la ocurrencia de fluctuaciones estacionales en el crecimiento de las pasturas; además, el hecho de que el consumo de forraje pastoreado más suplemento esta por debajo del consumo logrado con dietas totalmente mezcladas.

Como las vacas de alto mérito genético destinan toda la energía disponible desde el alimento y reservas corporales a la producción de leche, el balance energético mejora sustancialmente con el aporte del suplemento (Grainger, 1982; ), y existen evidencias que indican que este aporte mejora el porcentaje de preñez logrado (Kolver et al., 2007). Cuando la condición corporal al parto es baja y/o la pérdida de estado corporal luego del parto es grande el período de anestro posparto se prolonga (McNaughton et al., 2003. Butler et al., 1989). A su vez, si el estado corporal al parto es excesivo se afecta negativamente el consumo total de alimento y disminuye proporcionalmente el aporte de energía de la dieta en relación al proveniente de movilización de reservas corporales. Estas situaciones contribuyen al desbalance energético que sufre la vaca durante el primer tercio de la lactancia y retrasan la primera ovulación posparto como consecuencia de la disminución de la frecuencia de pulsaciones de la hormona LH y una reducida producción de estrógenos (Butler, 2000). Luego del pico de lactancia la oferta de suplemento mejora la ganancia de peso y el estado corporal de animales de alto mérito genético al momento del secado (Bargo et al. 2002), además, cuando la suplementación ocurre predominantemente en lactancia intermedia y tardía se logran lactancias de mayor duración (Kolver et al., 2001, 2007; Auldist et al., 2007).

Considerando estos antecedentes resulta evidente que uno de los principales problemas de los sistemas lecheros argentinos estaría determinado por las dificultades de lograr altos porcentajes de preñez con intervalos parto – concepción relativamente cortos; este problema estaría en alguna medida determinado por un balance energético desfavorable, en particular para animales de alto mérito genético, como consecuencia de restricciones al consumo total de alimento. Esta dificultad determina el diseño “no estacional” de los sistemas lecheros de nuestro país porque la vaca no pare una vez por año sino que se alarga este período al retrasarse la concepción y limita su capacidad de crecimiento en carga porque hay menos hembras de reposición por año. Si se considera a la carga animal como la principal variable determinante de la productividad de estos sistemas, este problema estaría afectando la producción de leche por hectárea y por año. Así se justifican los valores estimados por Gambuzzi et al. (2005) para los tambos de pradera pampeana.

Si bien las evidencias de interacción genotipo – ambiente presentadas en los estudios de Kolver et al. (2003) sugieren que el biotipo animal que presenta alta proporción de genes seleccionados bajo dietas balanceadas no es el indicado para producir bajo pastoreo; la variedad de suplementos disponibles en nuestro país y una relación de precios en general favorable permiten pensar en estrategias de suplementación para maximizar el consumo de nutrientes por vaca y mejorar la productividad. Si bien el objetivo inmediato es aumentar la producción de leche, podría esperarse que una mejora en la persistencia de la curva de lactancia tenga un efecto positivo sobre su duración. La ocurrencia de lactancias extendidas reduce la presión para preñar en un corto intervalo de tiempo luego del parto y transferir el momento del servicio alejándolo de la fecha de parto.

Luego del parto la vaca sufre una serie de cambios metabólicos y fisiológicos relacionados con un período de recuperación y el reestablecimiento del ciclo estral que deben ocurrir previamente al servicio. Durante este período la producción de leche aumenta rápidamente alcanzando un pico de producción que coincide con el momento en que la vaca debería quedar preñada para no provocar un corrimiento de la fecha de parto, clave en sistemas con lactancias de 305 días de duración para cumplir con el objetivo de lograr un ternero por año. La demanda energética que debe cubrirse para lograr este propósito es muy alta (Grummer. 1995; Grummer et al., 2004) y no se abastece completamente desde el alimento consumido lo que resulta en un balance energético negativo y consecuente movilización de reservas corporales para cubrir la demanda de nutrientes no satisfecha desde el alimento. Esta descripción da una idea de la presión a la que está sometida una vaca bajo un diseño de partos estacionales, difícil de sostener en la medida en que la demanda nutricional de la vaca es más alta y difícil de abastecer cuando el alimento tiene características que limitan la tasa de consumo.

Esta recomendación de transferir el momento del servicio implicaría utilizar periodos de espera voluntaria mas largos que los requeridos para lograr un parto por año, de esta manera serian aceptables intervalos parto – concepción prolongados en función de ubicar el momento del servicio alejado del período de mayor demanda energética de la vaca y más cercano la momento en que comienza a ganar peso y salir del balance energético negativo. Por ejemplo, se podría pensar en un intervalo parto-concepción de 152 días con una lactancia de 433 días (14,2 meses) o lo que es lo mismo un intervalo entre partos de 493 días (16 meses), considerando 60 días de período de seca.

La consecuencia lógica de extender la duración de la lactancia en animales bien nutridos es que se reduciría el número de partos ocurridos en la vida útil de la vaca y consecuentemente el número total de lactancias, en consecuencia las perdidas productivas asociadas a enfermedades metabólico – nutricionales y el número de animales descartados también sería menor. Adicionalmente, si se considera que la duración óptima del periodo de vaca seca es de 60 días, el logro de lactancias extendidas modifica la relación temporal entre el largo de este periodo y la duración de la lactancia con un efecto positivo sobre la productividad del sistema (Borman et al., 2004; Knight, 2005).

La magnitud del balance energético posparto afecta la manifestación y fertilidad del primer celo (Lucy et al., 1991; Butler et al., 1989). Si bien cuando mejora el plano nutricional al comienzo de la lactancia mayor es el tamaño de los folículos y el intervalo

parto – primera ovulación se acorta (Harrison et al. 1989; Senatore et al. 1996), cuanto mayor es la movilización de reservas entre el momento del parto y el pico de producción de leche, mayor es el intervalo parto – concepción (Corbellini et al., 2009). La movilización de reservas corporales es afectada por el plano nutricional de la vaca (Butler, 2000); además, la condición corporal al momento del parto es un indicador del nivel de reservas corporales disponibles para ser movilizadas posparto y resulta determinante de la cantidad de leche producida al inicio de la lactancia (Roche et al., 2009). Bajo este contexto, es entendible que alrededor de la fecha de parto aumente la susceptibilidad de estos animales a sufrir enfermedades metabólico – nutricionales, en particular asociadas al plano nutricional al que es sometido el rodeo (Corbellini et al., 2009). Esta información indica cuan grandes son las dificultades para que una vaca de alto merito genético resulte preñada en un periodo corto de tiempo luego del parto.

Considerando que la fecha planeada de servicio puede diferirse al momento en que el balance energético del animal se hace positivo, esta estrategia permitirá reducir el número de servicios por preñez con un intervalo parto – concepción prolongado. El uso de suplemento y su efecto sobre la producción de leche permitirán extender la duración de la lactancia de estas vacas.

## OBJETIVO:

Objetivo general: A partir del análisis de información productiva en tambos de la Cuenca Lechera Santafesina proponer una estrategia de manejo que considere el uso de lactancias extendidas para lograr aumentos de productividad sostenibles.

Objetivos específicos: 1) Investigar los factores que determinan la productividad obtenida en tambos de la Cuenca Lechera Santafesina durante el período julio 2007 – junio 2008 y las razones que determinan la duración de las lactancias en estos tambos. 2) Investigar la relación entre la duración promedio de las lactancias y la productividad de estos tambos.

En este trabajo se propone analizar la información recopilada en tambos pertenecientes a un grupo de productores de la Cuenca Lechera Santafesina durante el período de julio 2007 – junio 2008. Analizar las variables determinantes de la productividad en los tambos del grupo en estudio (carga, producción promedio diaria por lactancia y producción total por lactancia) e investigar la relación entre la producción diaria promedio y el largo de lactancia con la producción de leche total por lactancia. A su vez, se propone analizar otros parámetros (el número de vacas secadas antes de los 305 y 365 días en lactancia; número de vacas vacías con más de 200 días en lactancia; porcentaje de vaquillonas en el rodeo de ordeño; promedio de servicios realizados por vaca hasta confirmación de la última preñez; diagnóstico sanitario postparto de un grupo de vacas identificadas por mayor número de días en lactancia) para proponer estrategias de manejo que permitan lograr lactancias más productivas y que permitan asegurar la mejora en la productividad de los sistemas lecheros de la región.

## HIPOTESIS:

La fecha planeada de servicio puede diferirse al momento en que el balance energético del animal se hace positivo, esta estrategia permitirá reducir el número de servicios por preñez aunque a costa de un intervalo parto – concepción prolongado. El uso de suplemento y su efecto sobre la producción de leche permiten extender la duración de la lactancia en estas vacas. Extender la lactancia constituye una alternativa de manejo que permitirá aumentar la productividad de sistemas pastoriles que utilizan vacas de alto mérito genético.



## MATERIALES Y METODOS

Para desarrollar este trabajo se utilizó una base de datos de 1620 vacas en ordeño pertenecientes a once tambos ubicados en la zona centro de la provincia de Santa Fe. Esta información fue recolectada por el asesor técnico de los tambos (el Médico Veterinario Carlos Sola) y aportada para la realización de este trabajo. Todos los tambos involucrados en este análisis recibieron el mismo asesoramiento técnico profesional durante el período analizado (Julio 2007 – Junio 2008), además, los datos provistos fueron procesados con el mismo programa de gestión de información.

Los datos se organizaron de la siguiente manera:

- 1) Información descriptiva de los tambos relevados: cantidad total de vacas (VT, vacas secas y en ordeño); hectáreas asignadas a VT (Ha VT); composición de la dieta de vacas en ordeño y superficie.
- 2) Información descriptiva del rodeo en ordeño (base de datos total,  $n = 1620$  vacas): número de vacas secadas antes de los 305 y 365 días en lactancia; número de vacas vacías con más de 200 días en lactancia; porcentaje de vaquillonas en el rodeo de ordeño; promedio de servicios realizados por vaca hasta confirmación de la última preñez; producción de leche anual de cada tambo; diagnóstico sanitario postparto de un grupo de vacas identificadas por mayor número de días en lactancia.
- 3) Información de vacas con lactancias cerradas (base de datos lactancias cerradas,  $n = 892$  vacas con información de lactancias cerradas en el período julio de 2007 y junio de 2008): producción acumulada al final de la lactancia (PT); producción diaria promedio (PD) y DEL.

La información descriptiva de los tambos fue organizada en una planilla de cálculo Microsoft Office Excel 2003. A partir de los datos recopilados se estimó la carga promedio y la producción de leche anual por hectárea del período (productividad); adicionalmente, se exploró la relación entre carga animal y producción anual por hectárea.

Tanto la base de datos total como la base de datos de lactancias cerradas fueron procesadas con el programa Dairy Herd Management System (DHMS), luego se utilizó una planilla de cálculo Microsoft Office Excel 2003 para trabajar con los datos.

La base de datos de vacas con lactancias cerradas se utilizó para investigar la relación entre PT y DEL, y entre PT y PD. También se estimó la PT, DEL y PD promedio de cada tambo, considerando el total de vacas con lactancias completas en cada tambo.

Con la información de PD, DEL y PT de cada individuo se hicieron Box Plot de todos los tambos. Se planteó un modelo de regresión lineal múltiple para analizar éstas variables y se hizo un análisis de varianza. Para estudiar la relación entre el número de vacas secadas antes de los 365 días en lactancia, el número de vacas vacías con más de 200 días en lactancia y DEL con el promedio de servicios por vaca se realizó una regresión lineal simple y un análisis de varianza. Tanto para hacer los box Plot como la regresión múltiple, las regresiones simples y los análisis de varianza se usó Infostat, un programa indicado para este tipo de análisis estadístico.

Además, considerando la característica cuantitativa de las variables PD, DEL y PT se ajustó el modelo de regresión múltiple:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \chi_{1i} + \beta_2 \chi_{2i} + \varepsilon_i$$

Donde  $Y_i$  es la variable respuesta Litros Totales (PT),  $\chi_1$  y  $\chi_2$  son las variables regresoras o explicativas PD y DEL respectivamente.  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son los parámetros que representan la pendiente de regresión parcial asociadas a cada variable del modelo,  $\beta_0$  es la ordenada al origen y  $\varepsilon_i$  representan los errores aleatorios los cuales se asumen normal, independientes y con varianzas homogéneas.

## RESULTADOS

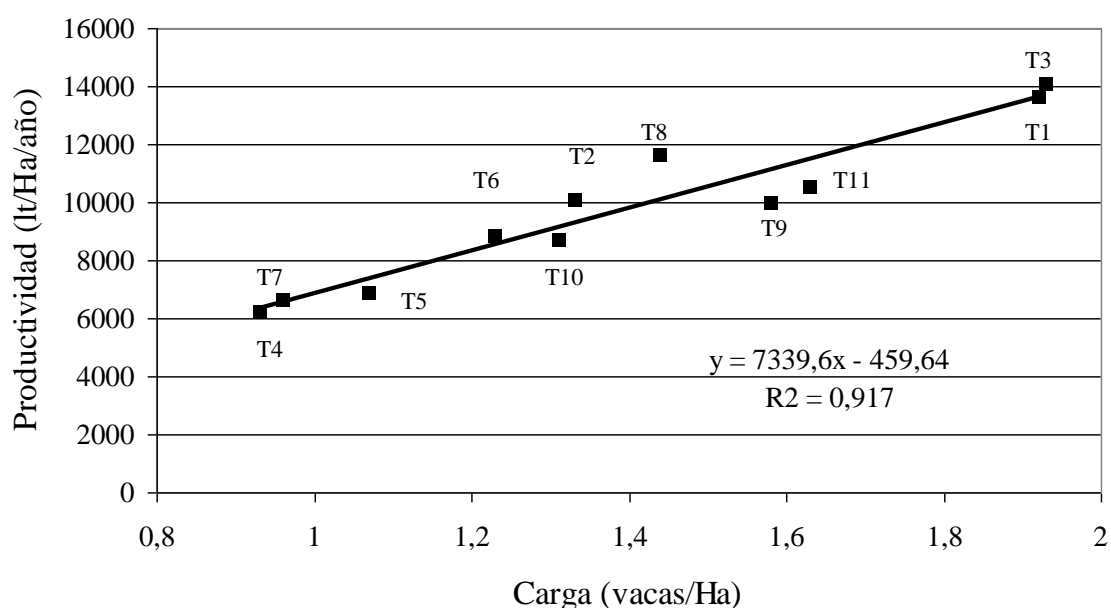
En la Tabla 1 se presentan las principales variables que caracterizan a los tambos relevados. El valor de carga promedio de todos los tambos fue 1,39 VT/Ha. Los tambos con cargas más altas fueron el 1 y el 3, seguidos del 11 y del 9. La productividad promedio fue 9548 lt/ha/año con un máximo de 14101 lt/ha/año para el tambo 3 y un mínimo de 6246 lt/ha/año para el tambo 4. El valor de PD promedio fue 20,64 lt/día con valores máximos para los tambos 6 y 8, y mínimos para los tambos 4 y 7. El valor de PT promedio fue 8061 litros, los valores máximos corresponden a los tambos 6 y 8 seguidos por los tambos 3, 11 y 9. DEL promedio fue 385,5 días correspondiendo los valores más altos a los tambos 11, 9 y 3.

Tabla 1 Principales parámetros que caracterizan los once tambos en estudio.

Nº Tambo	Sup. (Ha VT)	VT	Carga (VT/Ha)	Productividad (Lt/Ha/año)	PD (Lt/día)	PT (litros)	DEL (días)
1	120	230	1,92	13662	19,81	7581	380,24
2	60	80	1,33	10119	21,19	7860	373,69
3	85	164	1,93	14101	21,38	8667	403,57
4	150	140	0,93	6246	19,66	6739	338,04
5	150	160	1,07	6892	20,65	7984	379,95
6	60	74	1,23	8860	24,44	9590	387,24
7	80	77	0,96	6636	17,72	6939	376,66
8	110	158	1,44	11645	23,89	9185	380,42
9	60	95	1,58	7589	18,89	7942	411,76
10	80	105	1,31	8722	20,12	7991	389,86
11	80	130	1,63	10560	19,3	8189	419,01
Promedio	94	128	1,39	9548	20,64	8061	385,5

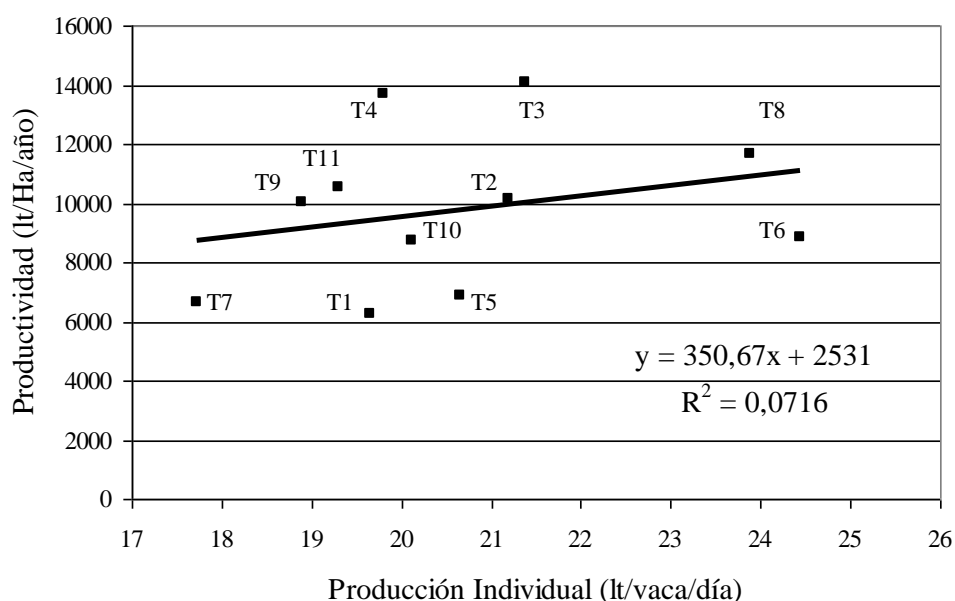
Al analizar la relación entre la carga y PD con la productividad se obtuvieron dos gráficos. El gráfico 1 muestra que en todos los tambos analizados cuanto mayor es la carga mayor es la productividad. Las cargas más altas, la de los tambos 1 y 3, se corresponden con los valores de productividad más altos y es a la inversa en los tambos 4 y 7.

Gráfico 1: Relación entre Productividad y Carga.



En el Gráfico 2, analizando la relación entre PD y la productividad se ve que hay cierta tendencia a una relación positiva entre ambas variables pero es menos clara que entre las variables anteriores.

Gráfico 2: Relación entre PD y Productividad



Para conocer el estado reproductivo de cada rodeo y relacionarlo con DEL se reunieron algunos parámetros que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Valores promedio por tambo y promedio total del porcentaje de vacas en ordeño secadas antes de los 305 y 365 días en lactancia, porcentaje de vacas vacías con más de 200 días en lactancia, porcentaje de vaquillonas en el rodeo de ordeño, servicios por preñez y días en lactancia.

TAMBO	% VO secadas antes de 305 DEL	% VO secadas antes de 365 DEL	% VO vacías con más de 200 DEL	% Vaquill. en el tambo	Servicios /preñez	DEL
1	19,3	45,7	32,7	38,6	3,5	380,24
2	28,8	59,3	21,2	30,5	2,6	373,69
3	11,7	45,7	29,9	35,1	3,1	403,57
4	28,1	70,8	21,7	12,4	2,1	338,04
5	20,9	50,5	24,3	26,4	3,1	379,95
6	12,2	49	28,6	28,6	2,5	387,24
7	17,9	50	34,3	14,3	2,6	376,66
8	18,5	56,5	25,4	34,3	2,8	380,42
9	12,7	38	34	38,0	3,4	411,76
10	20	48,6	34,6	20,0	3,4	389,86
11	3,3	30,4	46,6	43,5	3,7	419,01
Promedio	17,6	49,5	30,3	29,2	3	385,49

El tambo con menor porcentaje de vacas secadas antes de los 305 y 365 DEL fue el tambo 11, que además tuvo el mayor porcentaje de vacas vacías con más de 200 DEL, la mayor cantidad de servicios por preñez y DEL. A los valores del tambo 11 los siguen los del tambo 9, 1 y 3 con la misma relación entre ellos.

Los valores promedio indican que solo el 17,3 % de las vacas se secan antes de los 305 DEL, el 49,5 % se seca antes de los 365 DEL y el 30,3 % permanece vacía hasta después de los 200 DEL. La proporción de vaquillonas en el rodeo en ordeño es 29,2 %, se dan en promedio 3 servicios/preñez y los DEL promedio son 385,49.

Para conocer la relación entre el porcentaje de vacas en ordeño secadas antes de los 365 DEL y el porcentaje de vacas vacías con más de 200 DEL con el número de servicios por preñez se realizó una regresión lineal. Se observó que a medida que aumenta el número de servicios por preñez la proporción de vacas que se secan antes de los 365 DEL disminuye (Gráfico 3) y las vacas vacías secadas con más de 200 DEL aumenta (Gráfico 4). Esto estaría evidenciando que las lactancias serían cada vez más largas y es lo que se puede observar en el gráfico 5 donde se representa la relación positiva que hay entre el número de servicio por preñez y DEL.

Gráfico 3: Relación entre el porcentaje de vacas en ordeño secadas antes de los 365 DEL y el número de servicios por preñez.

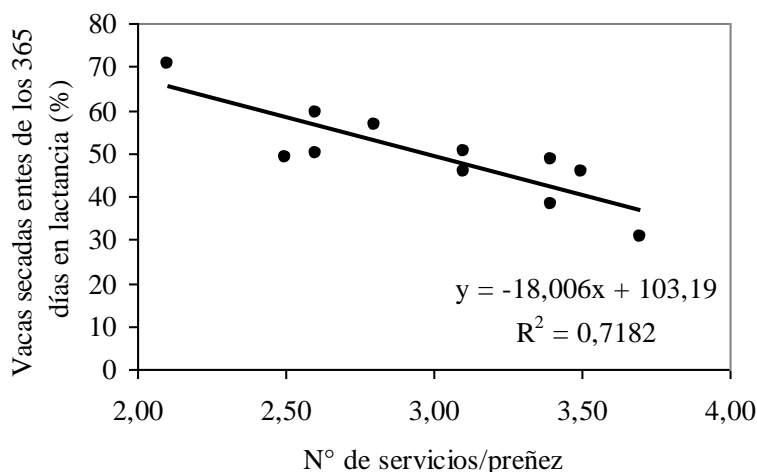


Gráfico 4: Relación entre el porcentaje de vacas vacías con más de los 200 días en lactancia y el número de servicios por preñez.

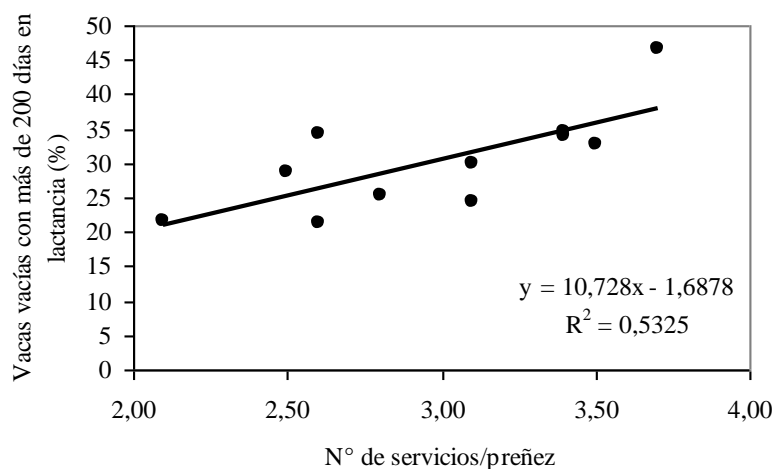
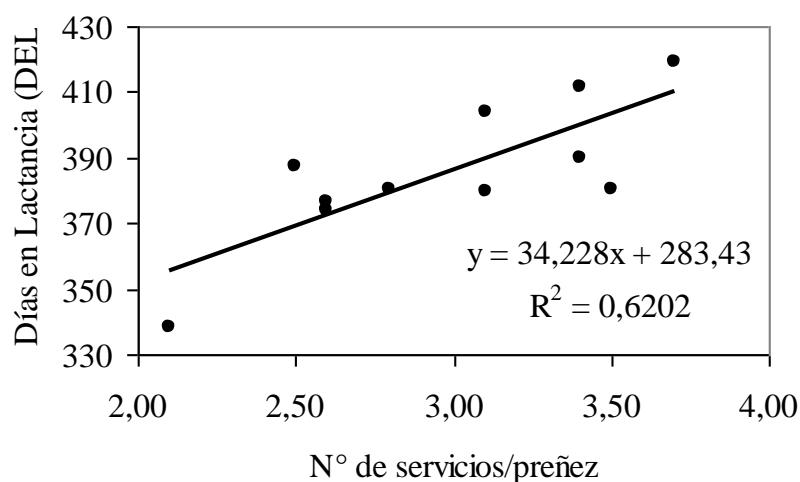


Gráfico 5: Relación entre los días en lactancia y el número de servicios por preñez.



Con el objeto de analizar la forma de las curvas de lactancia se utilizaron los gráficos disponibles en el programa DHMS que muestran las curvas de producción promedio de cada tambo. De todas las curvas se destacan por su forma las de cinco tambos y por ello son las que se incluyen en el análisis. Estos tambos son los dos que tienen la mayor producción diaria (6 y 8) y los tres que tienen mayor duración de la lactancia (3, 9, y 11). Los gráficos se muestran en el anexo.

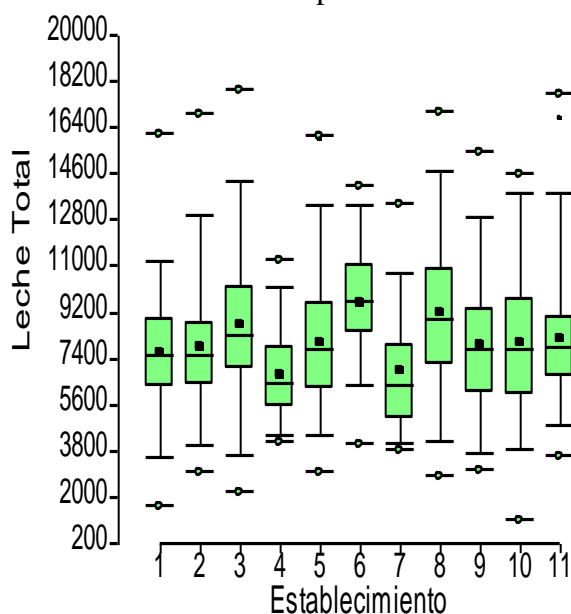
Tanto la curva del tambo 6 como la del 8 tienen un pico más alto y pendiente más pronunciada. En el pico llegan a 33 litros aproximadamente y a los 360 DEL llegan a 18-20 litros. Hay una diferencia de 15 litros entre el pico y los 365 DEL con una caída de producción promedio de 0,05 lt/día.

Los tambos 9 y 11 tienen curvas más suaves con un pico muy poco pronunciado pero pendiente más persistente. Tienen un máximo de 23 litros y llegan a los 360 DEL a 15 litros. Hay una diferencia de 8 litros entre el pico y los 365 DEL con una caída de producción promedio de 0,03 lt/día.

La curva del tambo 3 tiene una forma intermedia a la de los anteriores, el pico es de 26 litros y la producción descende hasta casi los 15 litros a los 360 DEL. Hay 11 litros de diferencia entre el pico y los 365 DEL con una caída de producción promedio de 0,04 lt/día.

Para hacer un análisis detallado de los datos de las lactancias cerradas en el período estudiado se hicieron box plot de todos los tambos para las variables PT, PD y DEL. Con estos gráficos se pueden analizar los valores máximos y mínimos de los datos de cada tambo (son las terminaciones de las líneas que se prolongan desde las cajas), la distribución de los datos en los cuatro cuartiles (líneas que se prolongan de las cajas son los cuartiles Q1 el de más abajo y Q4 de más arriba y la división en las cajas son los cuartiles Q2 y Q3), la línea que divide las cajas es la mediana y el cuadrado que se ubica dentro de ellas es el promedio.

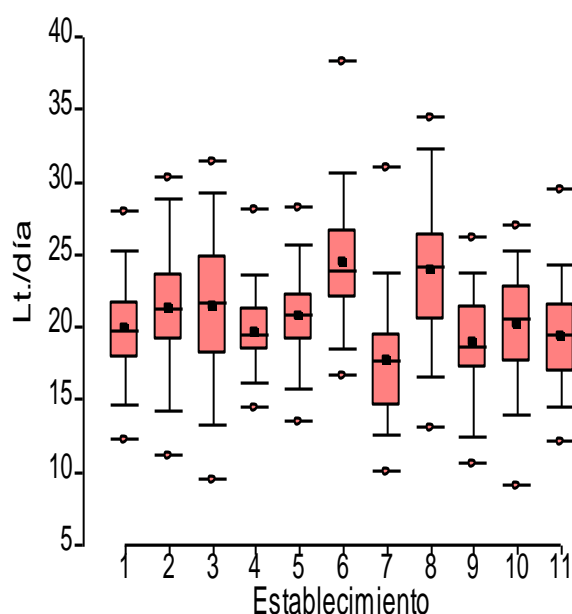
Gráfico 6: Box Plot de PT para cada tambo



En el gráfico 6 se presenta la producción de leche total por vaca lograda en cada tambo durante el periodo y su variabilidad. Los tambos que presentan valores más altos de producción total promedio por vaca son los tambos 3, 6 y 8; por el contrario el tambo 4 y 7 presentan la menor producción total por vaca. Los tambos restantes se mantienen en un nivel de producción total por vaca intermedio.

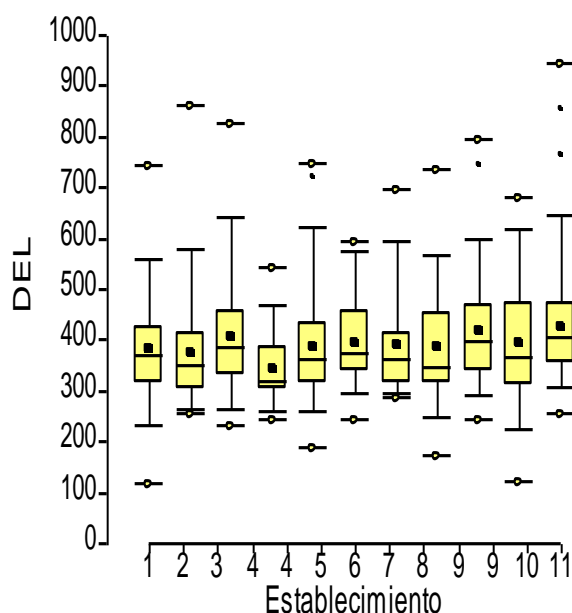
La variabilidad en la producción total por vaca es diferente entre tambos, y menor en los tambos 4 y 6. También se presentan los valores máximos alcanzados, por ejemplo el tambo 8 alcanzó el tercer cuartil más alto con 10952 lt. y el cuarto cuartil con 17033 lt.

Gráfico 7: Box Plot de PD



Analizando la producción individual diaria para cada tambo, en el gráfico 7 vemos que los tambos 6 y 8 se destacan por ser los de mayor producción individual diaria y el 7 por ser el de producción más baja. Para esta variable el tambo 6 y 4 siguen siendo los que menos variabilidad presentan. Los valores máximos más altos son para los tambos 6 y 8, 38.3 Lt/día y 34.5 Lt/día respectivamente.

Gráfico 8: Box plot de DEL



En el gráfico 8 se muestran los DEL para cada tambo. A simple vista el grupo de tambos se mantiene bastante homogéneo en los valores promedio. Excepto para el tambo 4 el resto de los valores promedio están por encima de los 370 DEL. Los tambos 3, 9 y 11 tienen los valores promedio máximos, 403.6, 411.8 y 419 respectivamente.



Lo que se observa para varios de los tambos es una variabilidad importante sobre todo en el cuartíl superior donde están las vacas con las lactancias más largas. Los valores máximos totales son 945, 864 y 825 para los tambos 11, 2 y 3 respectivamente y corresponden a vacas con un aborto o con una enfermedad posparto.

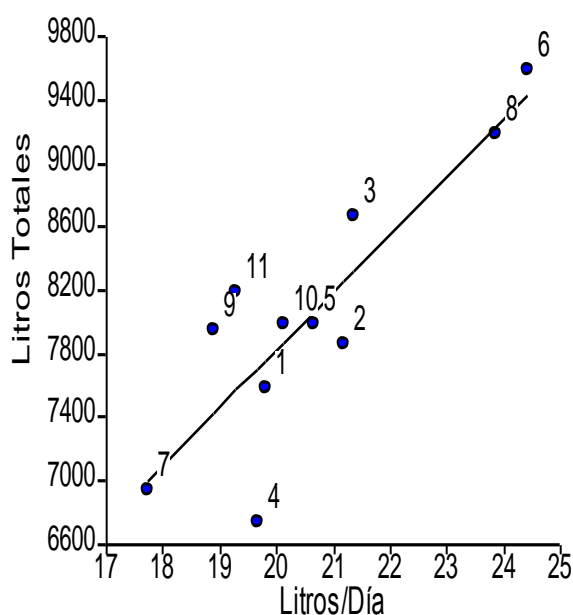
Para conocer más en detalle la relación entre las variables regresoras PD y DEL con PT se hizo un análisis de regresión lineal múltiple.

Se encontró que la variable PD explica el 73% de la variación de PT ( $R^2 : 0,73$ )

#### Análisis de regresión lineal para PD

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP
Lt Totales	11	0.73	0.71	285765.46

Gráfico 9: Regresión de PD y PT

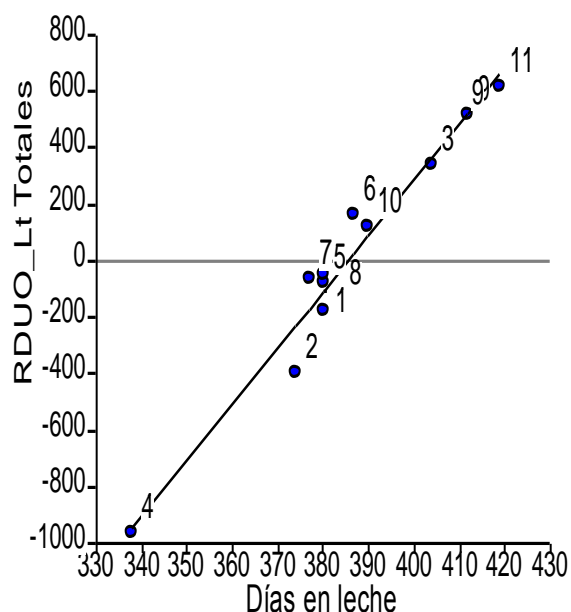


El 27% de la variación que queda sin explicar por PD (RDUO Lt Totales o residuo de PT) lo hace la variable DEL en un 96% ( $R^2: 0.96$ )

#### Análisis de regresión lineal para DEL

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP
RDUO Lt Totales	11	0.96	0.96	10415.34

Gráfico 10: Regresión de DEL y PT



De esta manera para todos los tambos la producción total de una lactancia queda explicada por la producción promedio diaria y por su duración. La variable que tenga la mayor o menor incidencia dependerá del tambo y de las condiciones de producción.

Coincidiendo con lo observado en los box plot, los tambos 6 y 8 con mayor PT se corresponden con una PD alta y tienen alta correlación entre PD y la PT (gráfico 7). También se destaca el tambo 7 con PT menor y alta correlación entre PD y PT. En el gráfico 10 se ve como en los tambos 3, 9 y 11, con mayor DEL, mayor porción de PT es explicada por DEL.

A continuación se presentan los estimadores de los parámetros, sus respectivos errores estándar, intervalos de confianza y pruebas t de significación:

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	EE	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	-7277.93	599.63	-8660.69	-5895.17	-12.14	<0.0001
DEL	371.90	14.16	339.24	404.55	26.26	<0.0001
PD	19.87	1.32	16.83	22.91	15.08	<0.0001

Aplicando el método de mínimos cuadrados la ecuación estimada es:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i + \hat{\beta}_2 X_i$$

$$LitrosTotales_i = -7277.93 + 19.87 X_1 PD_i + 371.9 X_2 DEL_i$$

Esto significa que por cada litro de aumento en la PD durante la lactancia la producción total aumentara 19,87 litros, y por cada día adicional en DEL la producción total aumentara 371,9 litros.

A continuación se presenta la tabla de análisis de varianza para el modelo:

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP
Lt Totales	11	0.99	0.99	14989.33

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7221705.30	2	3610852.65	439.49	<0.0001
PD	5665849.81	1	5665849.81	689.61	<0.0001
DEL	1867299.35	1	1867299.35	227.28	<0.0001
Error	65728.09	8	8216.01		
Total	7287433.39	10			

La prueba de hipótesis del modelo es:

Ho:  $\beta_1 = \beta_2 = 0$  (ni PD ni DEL explican significativamente la variación en la respuesta)

H<sub>1</sub> : al menos alguno de los dos parámetros es distinto de cero. (PD y/o DEL explican la variación en la respuesta)

El valor p del modelo es menor de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula, con lo cual hay evidencias para concluir al 5% que alguno de los parámetros es distinto de cero.

Observando los valores p para cada término del modelo se puede concluir, con un nivel de significación del 5% que tanto la variable PD como DEL explican significativamente los valores de Litros Totales.

Por otro lado el valor p para cada una de las variables regresoras PD y DEL también es menor de 0.05 lo que da indicios de que no existe multicolinealidad, es decir que hay baja correlación entre ellas y que las dos explican una porción bien diferente de la variabilidad en los litros totales.

Se puede observar que el R<sup>2</sup> del modelo es 0.99, es decir que ambas variables explican gran parte de la variación en los Litros Totales.

## DISCUSION

Para poner en contexto al grupo de tambos analizados se presenta el siguiente cuadro con información de Gambuzzi, et al. Se presentan los resultados para la Argentina, para la cuenca lechera a la que pertenece el grupo de once tambos, Santa Fe-Córdoba, y la información propia de los once tambos que conforman la base de datos en estudio.

Gambuzzi, et al. trabajaron con datos de las campañas 01/02, 02/03 y 03/04, con 1494 tambos de los cuales 686 (45,9%) pertenecen a la cuenca Santa Fe-Córdoba (no incluye la cuenca de Villa María).

Tabla 3: Promedio de las principales variables analizadas por Gambuzzi et.

	Sup.(Ha)	Nº VO	PD Lt/día	Carga (VT/Ha)	Productividad (Lt/Ha/año)	Kg. MS pasto producidos
Argentina	256	134	15,1	1,16	4978	3997
Cuenca Sta.Fe-Cba.	215	121	14,2	1,26	5075	4680
11 Tambos Ctro Sta Fe	95	111	20,6	1,39	9548	---

La superficie de la unidad productiva promedio en el país es 256 hectáreas (el 80% de los tambos tienen entre 100 Ha. y 500 Ha.), para la cuenca Santa Fe-Córdoba la superficie promedio es 215 hectáreas y para los once tambos en estudio es 95 Ha. El promedio de vacas en ordeño para el total del país es 134, para la cuenca Santa Fe-Córdoba es 121 y para los once tambos es 111. La producción individual es 15,1 lt/día para todas las cuencas lecheras (solo el 7% del total de tambos está por encima de los 20 lt/día) y 20,6 lt/día para los once tambos. La carga promedio en el país es 1,16 vc/Ha VT.año y 1,39 vc/Ha para el grupo de once tambos. La productividad promedio para todas las cuencas es 4978 lt./HaVT/año (para el año 2005 había aumentado a 6100 lt./Ha VT.año), 5075 lt./HaVT/año en la cuenca Santa Fe-Córdoba y 9548 lt./HaVT/año para el grupo de tambos de la base de datos. La producción de pasto expresada en kg MS/HaVT/año para el total de cuencas es 3997 y para la cuenca Santa Fe-Córdoba 4680.

Los tambos de la cuenca Santa Fe-Córdoba son los que tienen valores de carga más altos, mayor utilización y producción de pasto, y menor suplementación de los tambos del país. Se destaca que los tambos que forman la base de datos en estudio tienen mayor carga, PD y productividad en relación al resto del país, en promedio, y pertenecen al 7% de los tambos con mayor producción individual.

Si la productividad queda definida como:

$$\begin{aligned}\text{Lt/HaVT.año} &= (\text{Lt Totales/vaca/año}) * (\text{nº vc/HaVT}) = \\ &= (\text{Lt/Día} * 365 \text{ días}) * \text{Carga} =\end{aligned}$$

Para mejorar la productividad al menos uno de los factores que la determinan tiene que aumentar, ya sea la producción total por vaca por año, o lo que sería lo mismo la producción diaria promedio anual, y la carga.

La relación entre la carga y PD con la productividad encontrada por Gambuzzi et al. coincide con la analizada en este trabajo presentada en los gráficos 1 y 2 en el desarrollo de los resultados. Estos autores encontraron que el principal factor que tiene una relación positiva con la productividad es la carga, en segundo lugar es la producción individual y en tercer lugar es la utilización de pasto. Además, el MB/Ha está correlacionado positivamente con la productividad (Zehnder et al., 2004. Gambuzzi et al, 2004). También a valores más altos de carga y de producción individual la eficiencia marginal en el uso del alimento es mayor y esto puede tener incidencia en los resultados (Fariña et al., 2011).

En el siguiente cuadro se presentan los principales parámetros que caracterizan a los once tambos y se detallan los alimentos que reciben las vacas en ordeño.

Tabla 4: Principales parámetros que caracterizan al grupo de once tambos de la base de datos en estudio. Corresponden a promedios por tambo y promedio total.

Nº Tambo	Carga (VT/Ha)	Productividad (Lt/Ha/año)	PD (Lt/día)	PT (litros)	DEL (días)
1	1,92	13662	19,81	7581	380,24
2	1,33	10119	21,19	7860	373,69
3	1,93	14101	21,38	8667	403,57
4	0,93	6246	19,66	6739	338,04
5	1,07	6892	20,65	7984	379,95
6	1,23	8860	24,44	9590	387,24
7	0,96	6636	17,72	6939	376,66
8	1,44	11645	23,89	9185	380,42
9	1,58	10017	18,89	7942	411,76
10	1,31	8722	20,12	7991	389,86
11	1,63	10560	19,3	8189	419,01
Promedio	1,39	9548	20,64	8061	385,5

Tabla 5: Alimentos utilizados para las vacas en ordeño en cada tambo.

Nº Tambo	Alimentación
1	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Balanceado - Maíz grano húmedo - Expeller de Soja
2	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Balanceado - Maíz grano húmedo - Expeller de Soja
3	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Rollo de rastrojo de Soja - Maíz grano húmedo - Semilla de algodón - Expeller de Soja - Expeller de Girasol - Cáscara de Soja
4	Pastura de Alfalfa - Verdeos - Rollo de Alfalfa - Rollo de Moha – Balanceado
5	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Maíz grano húmedo

6	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Rollo Rastrojo de Soja - Balanceado - Maíz grano húmedo – Semilla de Algodón - Expeller de Soja
7	Pastura de Alfalfa - Verdeos - Rollo de Alfalfa - Rollo de Moha - Balanceado Maíz grano - Expeller de Soja – Algodón
8	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Rollo de rastrojo de Soja - Maíz grano húmedo - Semilla de algodón - Expeller de Soja - Expeller de Girasol - Cáscara de Soja
9	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Balanceado - Maíz grano húmedo - Expeller de Soja
10	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Silo de Alfalfa - Rollo de Alfalfa - Rollo de rastrojo de Soja - Maíz grano húmedo - Semilla de algodón - Expeller de Soja - Expeller de Girasol - Cascara de Soja
11	Pastura de Alfalfa - Silo de Maíz - Rollo de Alfalfa - Rollo de Rastrojo de Soja - Balanceado - Maíz grano húmedo

Tanto la cantidad como la calidad de los alimentos que conforman la dieta pueden determinar el valor de carga que puede tener un sistema de producción (Fariña et al., 2011) como también los niveles de PD y PT de los animales, como se vio en los trabajos presentados de Kolver et al. (2001, 2007) y Auldist et al (2007).

El tambo 3 tiene el valor más alto de productividad, tiene mayor carga y un valor de PD intermedio. Los componentes de la dieta son alimentos de buena calidad energética y proteica típicos de dietas bien suplementadas.

Los tambos que le siguen en valor de productividad son el 1 y el 8. El tambo 1 tiene uno de los valores más altos de carga y el tambo 8 uno de los valores más altos de PD con una participación de alimentos en la dieta similar al tambo 3.

El tambo 11 también tiene uno de los valores más altos de productividad, probablemente porque la carga es superior al promedio aunque no así la PD. A su vez es el tambo que tiene mayor DEL. De este tambo se puede inferir, por el tipo de alimento que forma la dieta, que el pasto tiene una participación bastante importante.

Como se dijo anteriormente, hay una relación positiva entre la carga y la productividad. En sistemas con alta participación de pasto en la dieta y bajos niveles de suplementación el efecto de la carga sobre la productividad es mucho más importante que en sistemas más suplementados donde PD es mayor. Además, hay una relación inversa entre la carga y la producción por animal, a medida que aumenta la carga la producción individual es menor: el pico es más bajo, tiene menor persistencia y esto puede resultar en una lactancia más corta (K.Macdonald et al, 2008). En sistemas con mayor uso de suplementación en la dieta esta relación entre la carga y la producción individual se diluye, especialmente si el aporte de suplemento es al comienzo de la lactancia (Baudracco et al., 2011). Suplementando se puede lograr mejorar la productividad aumentando la carga y la producción individual mejorando la eficiencia marginal en el uso del suplemento a medida que aumenta la carga (Fariña et al., 2011).

Si se compara el tambo 11 con el tambo 8 se puede ver que tienen productividades bastante similares pero con diferente tipo de alimentación, con diferente PD, carga y DEL. El tambo 11 es el que más servicios por preñez y vacas vacías antes de los 200 DEL tiene. El valor de los servicios por preñez evidencia que se han hecho varios intentos por preñar pero con menor éxito que en otros tambos. Es decir que la longitud

de las lactancias no es algo buscado como un planteo del sistema de producción. El tambo 8 difiere del anterior no solo en los aspectos reproductivos sino que además tiene lactancias más cortas pero con picos más pronunciados y mejor calidad del suplemento que le permite obtener estos resultados. El tambo 11 seguramente es más eficiente en el uso del pasto, lo que permite tener alta carga, pero poca suplementación lo que puede estar resultando en un déficit para cubrir los requerimientos de producción (bajo pico) y de reproducción (infertilidad y enfermedades posparto) por lo menos hasta pasado el balance energético negativo. En sistemas con este tipo de alimentación y con animales de genética no seleccionada para sistemas pastoriles la producción de leche a comienzos de la lactancia suele tener mayor dependencia de las reservas corporales y la recuperación del nivel máximo de consumo puede prolongarse por más tiempo y con ello el final del balance energético negativo (Holmes & Wilson, 2003).

En planteos de sistemas de bajo costo de alimentación con gran participación del pasto en la dieta, como puede ser el tambo 11, se podría lograr mayor eficiencia si se prolongara el período de espera voluntario para también bajar los costos de reproducción y mejorar los resultados. En planteos más conservadores como el tambo 1,6 y 8 que tienen buenos valores de productividad con casi un parto por año se podría mejorar el valor de la misma aumentando la producción individual en el tambo 1 y la carga en los otros dos sin modificar el resto de los valores. Coincidentemente los tambos 3 y 11 son los que tienen valores más altos de productividad y lactancias más largas aunque la PD no sea la más alta pero no se ha encontrado bibliografía que relacione la productividad con la longitud de las lactancias que pueda explicarlo.

Los tambos 11 y 8 tienen curvas de lactancias con formas bastante diferentes. El tambo 11 tiene un pico de producción bajo (23 lt/vc/día) con pendiente más persistente (-0,03 lt/día) y lactancia más larga y el tambo 8 un pico de producción alto (33 lt/vc/día) con pendiente pronunciada (-0,05 lt/día) y poco persistente. El tambo 8 tiene 18 lt/vc/día a los 365 DEL, por lo que a los 380 DEL (lo que duran las lactancias), las vacas se estarían secando con 17,25 lt/vc/día y en el tambo 11, con 15 lt/vc/día a los 365 DEL y lactancias con 419 DEL las vacas terminarían su lactancia con 13,4 lt/vc/día. La producción total en una lactancia depende tanto del pico como de la pendiente. Una curva de producción con alto pico de producción y pendiente pronunciada (poco persistente) puede tener la misma producción total que una con un pico de producción menor pero con pendiente más suave o más persistente en un mismo lapso de tiempo. Por consiguiente la producción total de una lactancia con alto pico de producción y buena persistencia puede ser mayor que las anteriores, más aun si aumentamos el largo de la lactancia.

Estudios realizados (Harris & Kolver 2001; Kolver et al., 2001; 2003; 2007; McNaughton et al., 2003) demuestran que los animales que mejor logran lactancias con altos picos de producción, pendientes persistentes y de mayor duración son animales Holstein de alto mérito genético seleccionados para producir leche con dietas concentradas en sistemas de producción que utilizan niveles más altos de suplementación por vaca.

Si bien la suplementación se puede utilizar en forma estratégica en cualquier momento de la lactancia la eficiencia de conversión del alimento en leche es mayor durante la primera etapa. El objetivo de suplementar a comienzos de la lactancia es lograr el pico de máxima producción y disminuir el balance energético negativo; y de suplementar

hacia fines de la lactancia es el mantenimiento del nivel de producción y el aumento de peso para lograr un estado corporal óptimo al secado (Wilson & Davey, 1982). La producción de leche también depende del estado corporal al parto, de la magnitud del balance energético negativo posparto y del nivel de alimentación a lo largo de la lactancia; y el estado corporal al parto depende de la ganancia de peso al final de la lactancia pasada (Holmes & Wilson, 2003).

A partir de la información analizada en los box plots en Materiales y Métodos, la cual se resume en las tablas 6, 7 y 8 con los datos más relevantes, se puede ver cuan plásticas pueden ser las curvas de lactancia y que cada vaca y sistema de producción tienen curvas con características particulares y propias. La información presentada en estos cuadros corresponde solo a los tambos que resultaban más representativos para el análisis.

Tabla 6: Valores extremos y promedios de DEL de cada tambo expresados en días.

DEL	Mínimo	Máximo	Promedio
Tambo 1	118	745	380,24
Tambo 3	232	825	403,57
Tambo 6	246	596	387,24
Tambo 8	175	737	380,42
Tambo 9	246	797	411,76
Tambo 11	257	945	419,01

Tabla 7: Valores extremos y promedios de PD de cada tambo expresados en litros por día.

PD	Mínimo	Máximo	Promedio
Tambo 1	12,27	27,96	19,81
Tambo 3	9,49	31,55	21,38
Tambo 6	16,67	38,28	24,44
Tambo 8	13,07	34,5	23,89
Tambo 9	10,55	26,2	18,89
Tambo 11	12,15	29,47	19,3

Tabla 8: Valores extremos y promedios de PT de cada tambo expresados en litros.

PT	Mínimo	Máximo	Promedio
Tambo 1	1714,5	16153,9	7581,01
Tambo 3	2229,8	17864,2	8667,05
Tambo 6	4101,9	14122,7	9589,58
Tambo 8	2875	17033,6	9185,37
Tambo 9	3071,7	15475,6	7942,28
Tambo 11	3621,5	17769,1	8189,33

Los valores máximos observados para todos los parámetros tienen niveles muy altos y se alejan bastante del promedio (DEL de 596 a 945, PD de 26,2 a 38,28, PT de 14122,7



a 17864,2), los valores mínimos también (DEL de 118 a 257, PD de 9,49 a 16,67, PT de 1714,5 a 4101,9) y estos últimos pueden deberse a lactancias interrumpidas por muerte o enfermedad seguida de un descarte. Se ve una tendencia general en todos los tambos hacia valores más altos de DEL y esto se refleja porque para este parámetro la mediana siempre es menor que el promedio (gráfico 8 en Materiales y Métodos).

El tambo 8, por ejemplo, es el que lactancias más cortas tiene, 380 DEL (12,45 meses). Si se suma el tiempo de vaca seca (60 días) el intervalo entre partos en este tambo son 440 días (14,45 meses), con un tiempo de gestación de 281 días, el intervalo parto-concepción es de 159 días (5,2 meses). Por otro lado, el tambo 11 tiene las lactancias más largas, 419 DEL (13,7 meses). Si a este valor se le suman 60 días de vaca seca el intervalo entre partos es de 470 días (15,7 meses) y el intervalo parto-concepción de 198 días (6,5 meses). En ambos casos las vacas quedan preñadas una vez pasado el pico de lactancia, tal vez en el momento en que comienzan a ganar peso. En el tambo 8 con 2,8 servicios por preñez y en el 11 con 3,7 servicios por preñez. A su vez las vacas que tienen más de 200 DEL y están vacías van a tener como mínimo 421 DEL ( $200 \text{ DEL} + 281 \text{ días de gestación} - 60 \text{ días de vaca seca}$ ) y 481 días de intervalo entre partos, 15,8 meses. En el tambo 8 el 25,4% del rodeo está en esta situación y en el tambo 11 el 46,6%. Cabe aclarar que en todos los tambos analizados la duración de las lactancias no es algo buscado sino una consecuencia del manejo. La realidad es que el objetivo buscado es tener un parto por año. Las formas de las curvas de lactancia pueden llegar a ser muy plásticas y cada sistema de producción debería ser el resultado de estrategias de manejo conformes a un objetivo buscado (Sorensen et al., 2008).

Se analizaron los datos de un grupo de vacas con los mayores DEL de todos los tambos. Este grupo lo forman 57 animales de los cuales 9 no volvieron a preñarse durante la lactancia analizada. Los 48 restantes lo hicieron con un intervalo parto-concepción de 470 días en promedio. Todo el grupo tuvo en promedio 654 DEL, 20,3 lt/día y 13264 litros totales. La producción promedio hasta los 305 días fue de 25 lt/día y a los 365 días de 24 lt/día. Más de la mitad de los animales se secaron por baja producción antes de los 60 días preparto.

Se analizó también para cada tambo el porcentaje de vaquillonas que componían los rodeos. Los tambos 9 y 11 son los que mayor porcentaje de vaquillonas tienen, 38% y 43,5% respectivamente. Y coincidentemente son los que tienen las curvas de lactancia con menor pico y mayor persistencia. La curva de lactancia de vaquillonas tiene un pico de producción más bajo y con mayor persistencia que las vacas adultas y esto influye en la forma de la curva de producción promedio del tambo. Las vacas adultas producen más leche, no tienen requerimientos nutricionales para crecimiento, consumen más alimento y tienen más reservas corporales al comienzo de la lactancia (Holmes & Wilson, 2003).

Según los resultados presentados los tambos 9 y 11 son los que tienen más servicios por preñez, menos vacas secadas antes de los 365 DEL, mayor porcentaje de vacas secas con más de 200 DEL y más DEL. En este tipo de tambos el descarte por infertilidad suele ser mayor y eso puede estar reflejando la menor proporción de vacas adultas en el rodeo porque, junto con lactancias más largas y menos terneras por año, pueden llevar a que el crecimiento del tambo se retrase si no se mantiene un equilibrio entre los descartes y los nacimientos. En realidad, en un rodeo estable, para lograr esto habría que disminuir el porcentaje de reposición aumentando la longevidad. Esto podría ser otra

herramienta de manejo para mejorar la producción. Por otro lado para la limitante de tener menos animales para reposición se podría poner en consideración el uso de semen sexado.

Del grupo de 57 animales con mayor DEL se observaron también las características de las lactancias y las causas posibles de su duración. Las principales causas del retraso en la concepción se debieron a abortos menores a 90 días (muertes embrionarias), cuadros de anestro y endometritis. Estas situaciones de stress, de peligro de enfermedades y de descartes (por enfermedades y por infertilidad) como es el periparto (Corbellini et al. 2009) se pueden evitar reduciendo el número total de partos en la vida de la vaca prolongando las lactancias y así lograr mayor longevidad. Esto significa para una vaca más años de su vida en producción y aumenta la relación entre el tiempo que pasa produciendo leche en relación al tiempo de crianza y recría y al tiempo que pasa como vaca seca. En este caso la relación entre los gastos y los ingresos por lactancia podría mejorar.

El aumento de la frecuencia de ordeño es un factor sobre el cual se puede actuar para modificar la forma de la curva de lactancia. Pasar de dos a tres ordeños diarios en el primer tercio de la lactancia (Capuco et al 2003) o durante toda la lactancia (Sorensen et al., 2008) tiene un impacto positivo sobre la producción individual y la persistencia de lactancias de animales en pastoreo con suplementación. Sorensen et al., 2008, observaron un incremento del 15 % de la producción anual y un 34% de la persistencia en lactancias de 18 meses de duración.

Otro factor que afecta la persistencia de la curva de lactancia es la gestación. Durante la gestación los altos niveles de progesterona y concentraciones crecientes de estrógenos en sangre inhiben la producción de leche (Capuco et al 2003). La producción de una lactancia puede verse disminuida entre 1% y 2% en vacas con 310 días de lactancia y 230 días de preñez durante la misma. La vaca preñada comienza a disminuir la producción a partir del segundo mes de gestación. Hay una reducción mucho más importante en el séptimo mes que puede ser de 5% a 10% (Holmes & Wilson, 2003).

En sistemas de producción con lactancias extendidas se busca mejorar la eficiencia reproductiva prolongando el intervalo parto-concepción y la longevidad disminuyendo los períodos más críticos como el periparto. Esto puede lograrse con lactancias con buenos picos de producción y persistencia logrados principalmente con suplementación estratégica y retrasando la fecha de ingreso a servicio. Con suplementación también podría lograrse aumentar la carga con el impacto que esto tiene en la productividad y el resultado económico de sistemas con alimentación en base a pasto.

## CONCLUSIONES

En base al objetivo planteado se analizaron estrategias de manejo que permitieran lograr lactancias más productivas y mejorar así la productividad de los sistemas lecheros de la región.

En los casos analizados el aumento en la duración de la lactancia sería consecuencia de un atraso en el logro de la preñez con un impacto relativamente bajo sobre la productividad de los sistemas.

La suplementación estratégica permitiría lograr lactancias más extensas y productivas. Junto a esta herramienta de manejo, también se debería considerar extender el intervalo parto-concepción promedio del rodeo. De esta manera se estaría aprovechando el potencial productivo de animales Holando Argentino de alto mérito genético. La suplementación también permitiría aumentar la carga, que sumado a un aumento de la producción individual, mejorarían la productividad del sistema.

Los parámetros analizados para los once tambos de esta región son superiores al promedio de los tambos del país, por lo que se podría esperar respuestas sustancialmente mayores en otros sistemas de producción.

Quedaría pendiente para futuras investigaciones poder analizar la curva de lactancias según el momento del año en que ocurre el parto y su respuesta en producción en sistemas pastoriles con picos de lactancia que coincidan con poca oferta de pasto, pasto de baja calidad o períodos de estrés térmico. También estudiar la conveniencia económica de tener lactancias extendidas que disminuyan el tiempo de vaca seca y periodos de periparto.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

ACHA, Asociación Argentina de Holando Argentino, 2008. Control Lechero Oficial.

Auldist MJ; G O'Brien; D Cole; K L Macmillan & C Grainger. 2007. Effects of Varying Lactation Length on Milk Production Capacity of Cows in Pasture-Based Dairying Systems. *Journal of Dairy Science* 90:3234-3241

Bargo, B; F Busso; CN Corbellini; JM Grigera; V Lucas; V Podetti; G Tuñón & I Vidaurreta. 2009. Organización y Análisis de un Sistema de Registros de Enfermedades del Periparto en Vacas Lecheras: su Incidencia e Impacto Económico sobre las Empresas.

Bargo, B; LD Muller; JE Delahoy & TW Cassidy. 2002. Performance of High Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations. *Journal of Dairy Science* Volume 85, Issue 11, November 2002, Pages 2948-2963

Baudracco J; N Lopez-Villalobos; LA Romero; D Scandolo; M Maciel; EA Comeron; CW Holmes & TN Barry. 2011. "Effects of stocking rate on pasture production, milk production and reproduction of supplemented crossbred Holstein-Jersey dairy cows grazing lucerne pasture." *Animal Feed Science and Technology*. 168, 131-143.

Bauman DE; W Bruce Currie. 1980. Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: A Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis. *Journal of Dairy Science*. Volume 63, Issue 9, September 1980, Pages 1514-1529

Borman JM; KL Macmillan & J Fahey. 2004. The potential for extended lactations in Victorian dairying: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 507-519.

Busso, B. 2010. Manual de Juzgamiento de Holando Argentino. ACHA. Pág.6-10.

Butler, WR & Smith RD. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 72: 767-783

Butler, WR. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60-61: 449-457

Cámara Argentina de Biotecnología de la Reproducción e Inseminación Artificial. <http://www.cabia.org.ar/>. (Consultado 9/5/2011)

Castignani, H; E Gambuzzi; R Zehnder & J Chimicz. 2005. Caracterización de los sistemas de producción lecheros argentinos, y de sus principales cuencas, Asociación Argentina de Economía Agraria.

Chimicz, J. & E Gambuzzi. 2007. Cambios detectados en los sistemas de producción de leche de Argentina. INTA EEA, Rafaela, Santa Fe. Cambio Rural. 30° Congreso Argentino de Producción Animal.

Comerón, EA; J Baudracco; N López-Villalobos; CW Colmes & LA Romero. 2007. Producción de Leche en Sistemas Pastoriles. Revista IDIA XXI. Año VII - Nº 9 - Diciembre de 2007. Pp 26-31

Cosgrove, GP & GR Edwards. 2007. Control of grazing intake. Pasture and supplements for grazing animals. Editors, P. V. Rattray, I. M. Brookes and A. M. Nicol. Occasional publication 14. New Zealand of Animal Production. pp 61-80

Aduana Argentina. 2007. <http://www.aduanaargentina.com/> (Consultado 9/5/2011)

Fariña SR, SC Garcia, WJ Fulkerson & IM Barchia. 2011. Pasture-based dairy farm systems increasing milk production through stocking rate or milk yield per cow: pasture and animal responses. Grass and Forage Science Volume 66, Issue 3, pages 316-332

Gambuzzi, E; R Zehnder, J Chimicz. 2004. "Análisis de sistemas de producción lechera", Estación Experimental Rafaela, Centro Regional Santa Fe, INTA.

Grainger, C; GD Wilhelms & AA McGowan. 1982. Effect of body condition at calving and level of feeding in early lactation on milk production of dairy cows. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 22(115) 9 - 17

Grummer, RR. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. Journal of Animal Science 1995, 73:2820-2833.

Grummer, RR; dg Mashek; a Hayirli. 2004. Dry Matter Intake and Energy Balance in the Transition Period, En: Vet. Clin. Food Animal, 20: 447-470, Elsevier Saunders, NY, USA.

Harris BL; ES Kolver. 2001. Review of Holsteinisation on Intensive Pastoral Dairy Farming in New Zealand. Journal of Dairy Science 84, 56-61

Harrison, RO; JW Young; AE Freeman & SP Ford: 1989. Effects of lactational level on reactivation of ovarian function, and interval from parturition to first visual oestrus and conception in high-producing holstein cows. Animal Production, 49, pp 23-28

Holmes, CW; GF Wilson. 2003. Milk production from pasture. Butterworths of New Zealand Ltd.

Knight, CH. 2005. Extended lactation: Turning theory into reality. Advances in Dairy Technology 01/2005; 17

Kolver ES. 2001. "North American and New Zealand Holstein Friesians in pasture-based and total mixed ration dairying systems". Comunicación personal.

Kolver, ES. 2003. 670-day lactations. Summer issue. Dexcelink. p15.

Kolver, ES. 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. Proceedings of the Nutrition Society, 62 , pp 291-300

Kolver ES & DL Muller. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 81(5), 1403-1411

Kolver ES; JR Roche; CR Burke; JK Kay; PW Aspin. 2007. Extending lactation in pasture-based dairy cows: I. Genotype and diet effect on milk and reproduction. *Journal of Dairy Science* 90, 5518-5530.

Kolver, ES; JR Roche; MJ de Veth; PL Thorne & AR Nappe. 2002. Total mixed rations versus pasture diets: Evidence for a genotype x nutrition interaction in dairy cow performance. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 62.

Lucy, MC; CR Staples; FM Michel; WW Thatcher. 1991: Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74: 473-482

Macdonald KA; JW Penno; JAS Lancaster & JR Roche. 2008. "Effect of Stocking Rate on Pasture Production, Milk Production and Reproduction of Dairy Cows in Pasture-Based Systems". *Journal of Dairy Science*. 91:2151-2163

McNaughton LR; GA Verkerk; TJ Parkinson; KA Macdonald & CW Holmes. 2003. Postpartum anoestrous intervals and reproductive performance of three genotypes of Holstein - Friesian dairy cattle managed in a seasonal pasture - based system. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 63: 77-81

Musi E. 2003, Comunicación personal.

Roche JR; NC Friggens; JK Kay; MW Fisher; KJ Stafford & DP Berry. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92: 5769-5801

Roche, JR & CW Holmes. 2007. Milk Production, Body Condition Score and reproduction responses to supplementation in grazing dairy cows. pp 253-267. In: *South Island Dairy Event, 18-20 June 2007, Lincoln University, New Zealand.*

Senatore, EM; WR Butler & PA Oltenacu. 1996. Relationships between energy balance and post-partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Animal Science*, 62, pp 17-23

Sorensen A; D Muir & CH Knight. 2008. Extended lactation in dairy cows: effects of milking frequency, calving season and nutrition on lactation persistency and milk quality. *Journal of Dairy Research*. 75, pp 90-97

Wilson, GF & AWF Davey. 1982. The nutrition of the grazing cow: mid and late lactation. *Occasional Publication, New Zealand Society of Animal Production*, 8. 219-235.

Word Holstein Frisian Federation:

[http://www.whff.info/info/typetraits\\_workshopLatinAm\\_nov2009.php](http://www.whff.info/info/typetraits_workshopLatinAm_nov2009.php) (Consultado 9/5/2011)

Zehnder R; H Castignani & D Orosco. 2004. Informe de la situación técnica y económica de las explotaciones tambeas de la Cuenca Central Santa Fe-Córdoba. Ejercicio 2002-2003. INTA Rafaela. Anuario 2004. Economía. Pág. 191-198

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Butler, W.R. 2007. Strategies to alleviate reproductive wastage in dairy cows. <http://www.agresearch.teagasc.ie/moorepark/EndofProjectReports/eopr-2008-5397.pdf> (Consultado 6/5/13).
- Castignani, H.; Zender, R. 2003. Análisis de Empresas Tamberas de Cambio Rural de la Zona Centro de la Provincia de Santa Fe – Año 2001/2002. Anuario 2003. INTA Rafaela.
- Capitaine Funes, A.; Vater, A. 2003. Diagnóstico de las causas de descarte en tambos argentinos. Conferencia publicada en el VII Congreso Holstein de Las Américas (pag 49-60).
- Dematawewa, C. M. B., & Berger, P. J. 1998. Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *Journal of dairy science*, 81(10), 2700-2709.
- Devore Jay L. (2003) Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 5ta. edición. International Thomson Editores, S. A.
- De Vries, M. J., & Veerkamp, R. F. (2000). Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *Journal of dairy science*, 83(1), 62-69.
- Dobson, H., Smith, R. F., Royal, M. D., Knight, C. H., & Sheldon, I. M. 2007. The High producing Dairy Cow and its Reproductive Performance. *Reproduction in domestic animals*, 42(s2), 17-23.
- Grainger, C.; Auldist, M.J.; O'Brien, G.; Macmillan, K.L. and Culley C. 2009. Effect of type of diet and energy intake on milk production of Holstein-Friesian cows with extended lactations. *J. Dairy Sci.* 92 :1479–1492. doi: 10.3168/jds.2008-1530.
- Grossman, M., Hartz, S. M., & Koops, W. J. 1999. Persistency of lactation yield: A novel approach. *Journal of Dairy Science*, 82(10), 2192-2197.
- Grossman, M., & Koops, W. J. 2003. Modeling extended lactation curves of dairy cattle: A biological basis for the multiphasic approach. *Journal of dairy science*, 86(3), 988-998.
- Holmes, C. W. 2001. Managing fertility in the New Zealand dairy herd. *Proceedings-New Zealand Society of Animal Production* (Vol. 61, pp. 135-140). New Zealand Society of Animal Production; 1999.
- Holmes, C. W. y Roche, J. R., 2007. Milk production, body condition score and reproduction responses to supplementation in grazing dairy cows. *Proc. South Island Dairy Event. Lincoln University, Christchurch, New Zealand*, 253-267.
- Horan, B., Dillon, P., Berry, D. P., O'Connor, P., y Rath, M. 2005. The effect of strain of Holstein–Friesian, feeding system and parity on lactation curves characteristics of spring-calving dairy cows. *Livestock Production Science*, 95(3), 231-241.



- Horan, B; Meea, J.F.; O'Connora, P.; Rath, M.; Dillon, P. 2005. The effect of strain of Holstein-Friesian cow and feeding system on postpartum ovarian function, animal production and conception rate to first service. *J. Dairy Sci. Theriogenology* 63: 950–971.
- Kay, J.; Roche, J. and Phyn, C. 2009. Could you use an extended lactation in your system? <http://www.dairynz.co.nz/file/fileid/28429> (Consultado 9/9/2011)
- Knight, C. H. 1997. Biological control of lactation length. *Livestock Production Science*, 50(1), 1-3.
- Knight, C. H. y Wilde, C. J., 1989. Metabolic adaptations in mammary gland during the declining phase of lactation. *Journal of dairy science*, 72(6), 1679-1692.
- Knight, C. H. (2001). Lactation and gestation in dairy cows: flexibility avoids nutritional extremes. *Proceedings of the Nutrition Society*, 60(04), 527-537.
- Kolver, E.S.; Napper, A.R.; Copeman, P.J.; Muller, L.D. 2000. A comparison of New Zealand and overseas Holstein – Friesian heifers. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 60: 246-251.
- Kolver, E.S.; Roche, J.S.; de Veth, M.J.; Thorne, P.L.; Napper, A.R. 2000. Total mixed rations versus pasture diets: Evidence for a genotype x diet interaction in dairy cow performance. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 62: 246-251.
- Kolver ES; Thorrold, B.; Macdonald, K.; Glassey, C.; Roche J.R.. 2003. Black and white answers on the modern dairy cow. *Dexcelink*, Summer, Pp 6-7
- Lucy, M. C., Savio, J. D., Badinga, L., De La Sota, R. L., & Thatcher, W. W. 1992. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal of animal science*, 70(11), 3615-3626.
- Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of dairy science*, 84(6), 1277-1293.
- Macdonald, K. 1999. Supplementing milkers. *Dairying Research Corporation*. <http://www.side.org.nz/index.cfm/Papers> (Consultado 1/12/11).
- Macmillan, K. L., Lean, I. J., & Westwood, C. T. 1996. The effects of lactation on the fertility of dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, 73(4), 141-147.
- McNaughton L.R.; Verkerk, G.A.; Parkinson, T.J.; Macdonald, K.A.; Holmes, C.W. 2003. Postpartum anoestrous intervals and reproductive performance of three genotypes of Holstein – Friesian dairy cattle managed in a seasonal pasture – based system. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 63: 77-81.
- Mancuso, W. y Teran, J.C. 2008. El sector lácteo argentino. *XXI Curso Internacional de Lechería para Profesionales de América Latina*. (Pág. 13-22)

- Montgomery, D. 1991 Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Morton, J. Energy balance during the mating period. <http://www.dairyaustralia.com.au/Animals-feed-and-environment/Fertility/InCalf-resources-and-other-tools/InCalf-WebTECH/Energy-balance.aspx> (consultado 1/12/12).
- Musi, D. 2008. Genética y Producción. XI Congreso Nacional de Lechería 2008. (pág. 32-37).
- Phyn, C., Clark, C., & Kolver, E. Extending Lactation to 670 Days. [http://www.side.org.nz/IM\\_Custom/ContentStore/Assets/8/30/67b5ddb219e017552fdb3ec364cbd2c/Extending%20lactation%20to%20670%20days.pdf](http://www.side.org.nz/IM_Custom/ContentStore/Assets/8/30/67b5ddb219e017552fdb3ec364cbd2c/Extending%20lactation%20to%20670%20days.pdf) (consultado 7/7/2009)
- Roche, J.R.; Kolver, E.S.; Kay, J.K. 2005. Influence of Precalving Feed Allowance on Periparturient Metabolic and Hormonal Responses and Milk Production in Grazing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, Volume 88, Issue 2, February 2005, Pages 677–689.
- Roche, J.R.; Berry, D.P.; Kolver, E.S. 2006. Holstein-Friesian Strain and Feed Effects on Milk Production, Body Weight, and Body Condition Score Profiles in Grazing Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89:3532–3543
- Schneider, G.; Comerón, E.; Borga, S. y Zehnder, R. 2000. Diagnóstico económico de empresas lecheras de la cuenca central argentina. Asociación Argentina de Economía Agraria. Anales 1999. Reunión Anual, 30, Bahía Blanca, 13-14 octubre 1999.
- Steel R and Torrie J. 1980 Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill: NY
- Mendenhall, W. (1990) Estadística para administradores. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Veerkamp, R.R.; Simm, G.; Oldham, J.D. 1994. Effects of interaction between genotype and feeding system on milk production, feed intake, efficiency and body tissue mobilization in dairy cows. *Livestock Production Science* 39: 229-241.
- Wackerly D, Mendenhall W y Scheaffer R. 2002 Estadística Matemática con Aplicaciones. 6ta. ed. Thomson: México

## ANEXO

### Enfermedades del Periparto

Las causas que se encontraron para que los intervalos parto-concepción fueran tan largos se resumen en el siguiente cuadro.

DIAGNOSTICO AL TACTO	CANTIDAD DE CASOS
ABORTO < 90 DÍAS	14
ABORTO > 90 DÍAS	4
INFERTILIDAD-ANESTRO	19
ENDOMETRITIS POSPARTO	11
ENDOMETRITIS POSABORTO	7
ENDOMETRITIS	13
MALA DETECCIÓN DE CELO	11
FALTA SEGUIMIENTO	10

*Los abortos menores a 90 días no implican aumento de la producción.*

*Para un mismo animal puede haber más de un caso.*

*“INFERTILIDAD-ANESTRO” se refiere a que con varios servicios la vaca no queda preñada o que no presenta ni celos ni servicios por algún tiempo en cualquier momento de la lactancia. “ENDOMETRITIS” se refiere la endometritis que ocurre en cualquier momento de la lactancia. “MALA DETECCIÓN DE CELO” se refiere a que pasan uno o dos ciclos sin celo o servicio y que no hay ni celos o servicios después de un tratamiento para tal fin. “FALTA DE SEGUIMIENTO” se refiere a que el animal no es revisado después de un tratamiento y que pasa bastante tiempo sin novedades de celos, servicios o revisión.*

Las causas fueron principalmente endometritis, falta de fertilidad o anestro y falta de seguimiento del animal o de detección de celo. Solo 4 animales no tuvieron ninguno de estos problemas sino que la causa fue solo el aborto. Como se puede ver los problemas son principalmente de manejo y reproductivos.

Por otro lado observar este grupo de animales nos permite ver, más allá de cual haya sido la causa, que las lactancias pueden ser bastante más largas de lo que vemos habitualmente y pueden tener producciones de un nivel considerable. Además, estas lactancias podrían haber sido más largas considerando que más de la mitad de los animales se secaron por baja producción antes de los 60 días preparto.

Nº Tbo.	RP vaca	IPC	DEL	Lt./día	Leche Total	Aborto <90 días	Aborto > 90 días	Infertil-anestro	Endom .Posparto	Endom. Posaborto	Endom.	Falta seguim. Mala detecc.	Revisac. poco frecuente	Nº serv
10	1108	527	682	20,3	13861	X		X						
10	889	449	658	21	13811				X			X		
10	9269	454	646	22,7	14641							X		6
10	1136	438	620	22,8	14165	X				X		X		6
10	1456	443	619	21,2	13103			X						10
10	1287	418	601	18,5	11132			X						8
10	1453	407	600	17,7	10640				X					
10	1439	358	586	21,2	12414							X	X	5

10	896	390	582	21,4	12472	X				X				5
11	935R	808	945	17,7	16704	X				X			X	
11	56	700	854	20,8	17769						X		X	9
11	999	672	765	19,6	14990			X					X	8
11	53	495	710	21,8	15505		X							4
11	987	499	644	21,5	13875						X		X	4
11	158	429	605	17,6	10628								X	6
11	152	386	576	17,1	9856,3								X	5
9	516	584	797	19,4	15476	X			X	X				
9	491	506	746	19,7	14703						X		X	7
9	644		644	16,7	10773									
9	194	438	600	21,1	12673				X		X			
9	276	397	580	17,4	10116	X			X		X			
9	408	350	575	21	12074		X		X					
9	344	351	570	22,6	12871						X			
8	942	585	737	20,9	15403			X						
8	791	447	670	25,4	17034		X		X	X				
8	989	428	665	15,6	10396				X					8
8	890	510	577	25,5	14710	X						X		
8	659		570	23,2	13234				X			X	X	
7	682		698	19,3	13449			X						6
7	810	345	593	17,8	10561			X						4
6	1187	443	596	23,7	14119			X						
6	1020	396	585	24,1	14123			X			X			
6	1339	348	573	19,6	11236			X						5
5	991		749	21,5	16117			X						10
5	2341	458	680	20,7	14066			X						
5	994		627	21,3	13346			X						7
5	971	417	622	22,7	14091			X						8
5	2348	366	601	20,2	12157	X								
3	821	671	825	21,7	17864			X						
3	839	445	666	22,1	14716			X						
3	2206	464	660	24,2	15961			X						
3	820		642	24,5	15753						X			
3	2444		642	16,1	10361	X		X		X				
3	2316		602	11,7	7053,6			X						
3	2329		590	15,3	9022,5	X	X							
3	2434	433	571	18,1	10340							X		8
2	813	705	864	19,6	16926	X					X		X	10
2	2323	449	679	19,6	13288	X								6
2	2215	373	579	21	12164	X			X	X				
1	568	519	745	21,7	16153,9						X	X		
1	506	457	681	20,6	14029,5						X	X		
1	371	541	676	20,2	13632,3						X	X		
1	310		633	19,9	12626,7									
1	627	466	622	20,5	12742,8	X			X	X				
1	663	442	592	15,5	9201,4							X		
1	453	416	585	21,7	12674,9	X					X			

